

МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ

УДК 552.58:551.734:56.017

**ВЛИЯНИЕ БИОТИЧЕСКОГО КРИЗИСА НА ГРАНИЦЕ ФРАНА—ФАМЕНА
НА РИФООБРАЗОВАНИЕ В ПРЕДЕЛАХ ПЕЧОРСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ**

Л.М. ЖУРАВЛЕВА

*РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
119991, Россия, г. Москва, Ленинский просп., д. 65, корп. 1.; e-mail: zhurawlewa.lilia@yandex.ru*

Установлено, что в сложном и разнообразном составе рифового биоценоза в наибольшей степени проявляется биогенный характер осаднения карбонатного материала. Биотические кризисы, после которых происходило значительное эволюционное обновление органического мира, влияли и на осадконакопление. Анализ данных о позднедевонском рифообразовании региона позволил сделать вывод об отсутствии прямой корреляции между событием массового вымирания и развитием верхнефранских рифов в пределах Печорской синеклизы.

Ключевые слова: фран; фамен; массовое вымирание; рифовые сооружения; каркасостроители.

**INFLUENCE OF THE FRASNIAN — FAMENNIAN EXTINCTION EVENT
ON THE REEF DEVELOPMENT WITHIN THE PECHORA SYNECLISE**

L.M. ZHURAVLEVA

*Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)
119991, Russia, Moscow, Leninsky prospect, 65; e-mail: zhurawlewa.lilia@yandex.ru*

In a complex and diverse reef community composition the biogenic nature of the deposition of the carbonate material is the most evident. Biotic crises, after which a significant evolutionary update of the organic world took place, also affected sedimentary processes. An analysis of the data on the upper Devonian reefs of the studied region has led to the conclusion about the absence of a direct relationship between the mass extinction event and the Upper Frasnian reef development within the Pechora syncline.

Key words: Frasnian; Famennian; mass extinction; reef structures; frame-builders.

Рифы привлекают к себе внимание в течение нескольких столетий. Возможно, причины первоначального интереса были сугубо прикладными: «риф — подводные или мало поднимающиеся над уровнем водоёма скалы, препятствующие судоходству» [9, с. 188]. Безусловно, мореплавателям приходилось изучать по крайней мере географическое положение «препятствий». Неподдельное восхищение кольцевыми коралловыми рифами, испы-

танное путешествующим учёным Ч. Дарвином, положило начало научным, в том числе геологическим, исследованиям этих природных сооружений.

К настоящему времени в той или иной степени изучены вопросы эволюции рифообразования в истории Земли — условия существования и развития рифостроящей биоты, морфология и внутреннее строение рифов, их типы, географические и тектонические факторы их локализации и т. д. Вы-

явлена и описана определенная цикличность рифообразования [10, 11, 18]. Вместе с тем вопрос о развитии рифов в эпохи массовых вымираний изучен в очень небольшой степени. Автор приводит результаты исследований рифообразования в период одного из таких кризисов на границе франского и фаменского веков позднего девона в пределах Печорской синеклизы.

Верхнедевонские рифы были описаны в обнажениях Северного, Полярного и Приполярного Урала еще в середине 30-х гг. 20-го в. У истоков исследований стояли такие крупные советские ученые, как В.А. Варсановьева, Т.А. Добролюбова, Н.Н. Иорданский, Е.Д. Сошкина. Так, В.А. Варсановьева, в течение многих лет проводившая геологическую съёмку территории бассейнов рек Печоры, Илыча, Уньи и их притоков описала в обнажениях франского яруса «светлые плотные, мелкокристаллические известняки с брахиоподами, кораллами и строматопорами плохой сохранности», предполагая, что отложение их «происходит на значительных пространствах» [7, с. 105]. Приблизительно в те же годы в объяснительной записке к 123-му листу общей геологической карты СССР (Северный Урал) Т.А. Добролюбова и Е.Д. Сошкина дают достаточно подробное описание как франских, так и фаменских известняков, отмечая значительные различия их литологических и палеонтологических черт. Франские известняки характеризуются обилием макрофауны: выделен горизонт, сложенный переплетающимися ветвистыми амфипорами, среди сплетений которых встречаются клубковидные колонии строматопор, встречены кораллы, брахиоподы, гастроподы и др. Фаменские известняки описаны как весьма однообразные литологически, характеризующиеся скудостью макрофауны: редкие брахиоподы, гастроподы и «клубковидные образования, напоминающие водоросли» [16, с. 64].

В 60-е гг. нефтегазопроисловым бурением были вскрыты погребённые рифовые сооружения, и началось их последовательное всестороннее изучение. Неоценимый вклад в исследование этих рифов внесли М.М. Грачевский, Т.И. Кушнарёва, Н.Д. Матвиевская, а позднее — В.Вл. Меннер, А.В. Баранова, М.В. Михайлова, И.Г. Булахова, Н.В. Беляева, А.И. Антошкина и др. К настоящему моменту рифы верхнего девона хорошо изучены.

Цель настоящей работы — не характеристика рифов и их различных типов, а анализ процессов позднедевонского рифообразования в связи с феноменом биотического кризиса — массового вымирания на границе франского и фаменского веков, относимого одними авторами к великим [23—25], а другими — к малым [1] массовым вымираниям.

Позднедевонское рифообразование рассматривается как часть ордовикско-франского, второго из

четырёх палеозойских циклов, характеризующегося наиболее широким развитием каркасного рифообразования. Интенсивность развития ордовикско-франского цикла не была одинаковой в течение всего цикла, некоторое затухание процесса отмечено на границах ордовик — силур, силур — девон, максимум приходится на девон [12].

В течение позднего девона осадконакопление в пределах Печорской синеклизы происходило в условиях обширного шельфа Уральского палеоокеана. Рельеф дна шельфа был дифференцирован — с северо-запада на юго-восток выделялись мелководная часть и относительно глубоководная, определяемая как глубоководная впадина с некомпенсированным осадконакоплением. Пограничная зона между мелководным шельфом и некомпенсированной впадиной стала областью развития краевых рифовых систем.

Положение границы, разделяющей мелководный шельф и некомпенсированную впадину, не было постоянным и контролировалось изменениями уровня моря: на фоне глобальной позднедевонской регрессивной фазы в течение франского века выделяются по крайней мере три более кратковременных, частных трансгрессии. В результате трансгрессивно-регрессивных смещений границы сформировались три протяженные асимметричные рифовые системы доманиковского, сирачойского и ухтинского возрастов [4], в которых в свою очередь выделяются более мелкие фазы рифообразования.

Понижение уровня моря приводило к прекращению роста рифовых систем, иногда к перерывам седиментации, интенсифицировалось поступление терригенного материала. Кроме того, в пределах некомпенсированных впадин формировались толщи заполнения, что в совокупности приводило к образованию седиментационно-аккумулятивных террас, за счёт которых расширялась мелководная часть шельфа. Повышение уровня моря стабилизировало границу, рифообразование возобновлялось, а аккумулятивные террасы служили основанием для новых построек. Глобальная регрессивная направленность осадочного процесса обусловила последовательное смещение пограничной зоны с северо-запада на юго-восток, в том же направлении относительно ранних смещены более молодые рифовые тела. Интенсивность поступления терригенного материала определяла ширину аккумулятивных террас и соответственно величину пространственного смещения. Рифовые системы разных возрастов тесно взаимосвязаны, в большей или меньшей степени территориально сходятся и расходятся, но в целом имеют одинаковое простираание и представляют собой «главную верхнедевонскую краевую рифогенную зону», иногда называемую «Ухтинским барьером» [15].

Краевая рифогенная зона простирается с юга на север через всю территорию Тимано-Печорской

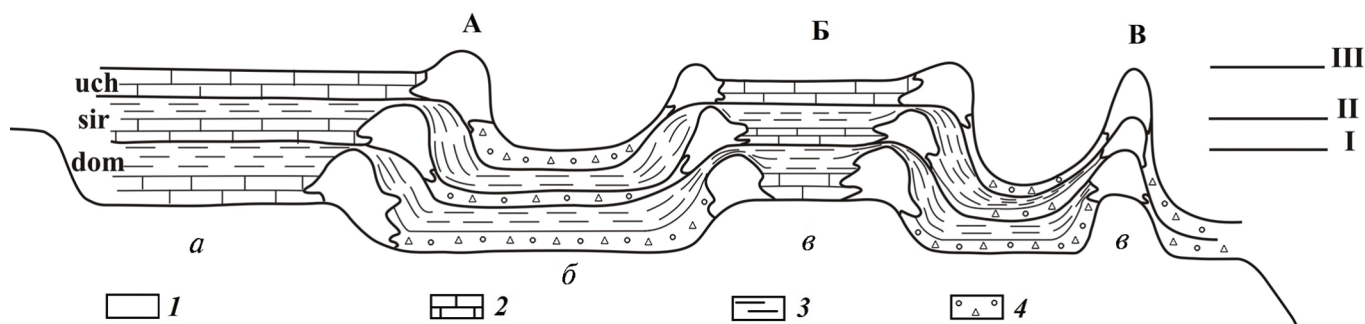


Рис. 1. Принципиальная схема морфологии дна бассейна позднедевонского времени: а — мелководная часть шельфа; б — глубоководная впадина с некомпенсированным осадконакоплением; в — отмели; типы рифовых сооружений: А — краевые рифовые системы; Б — изолированные банки; В — одиночные рифы. Циклы рифообразования: dom — доманиковский; sir — сирачойский; uch — ухтинский; уровни моря I — доманикового, II — сирачойского; III — ухтинского времени; 1 — рифовые тела; 2 — карбонатные отложения; 3 — карбонатно-глинистые отложения; 4 — кремнисто-глинисто-карбонатные отложения

провинции в субмеридиональном направлении, в районе Среднешапкинской площади поворачивает на северо-восток, пересекая Печоро-Колвинский авлакоген, Хорейверскую впадину и Варандей-Адзвинскую структурную зону до Коротаихинской впадины Предпайхойского краевого прогиба (рис. 1, 2). В ряде случаев рифовая зона разделена по простиранию на отдельные массивы.

Над периферийными частями многочисленных отмелей некомпенсированной впадины, часто соответствующих локальным и более крупным поднятиям, формировались «изолированные банки» — мощные обособленные рифовые сооружения (Сандивейская, Веякская, Южно-Баганская, Седьягинская, Падымейская и др.) и многочисленные мелкие одиночные рифы, иногда выстраивающиеся в широкие полосы (гряда Чернышева, центральная часть Хорейверской впадины). В мелководной части шельфа подобные банки и рифы развивались над существовавшими ранее краевыми рифовыми зонами или банками некомпенсированной впадины [14].

Обстановки осадконакопления определили и фациальное разнообразие отложений: в разрезе среднего и верхнего франа сложно сочетаются мелководно-шельфовые карбонатно-глинистые, лагунные, краевые рифовые и банковые толщи, отложения склонов и депрессионные доманикоидные.

Литологический состав рифовых тел краевых зон, изолированных банок и одиночных рифов сходен, отличия — лишь в меньшей степени глинистости разрезов банок, что определяется их локализацией в относительно глубоководной части шельфа, где глинистый материал осаждался во впадинах. Так, отложения фронтальных частей краевых рифовых зон и зарифовых мелководно-шельфовых аналогичны отложениям внешних краевых зон и внутренних областей изолированных банок соответственно.

Рифовые тела представлены светло-серыми биогермными известняками и их сильно доломитизированными разностями, в которых сохраняются

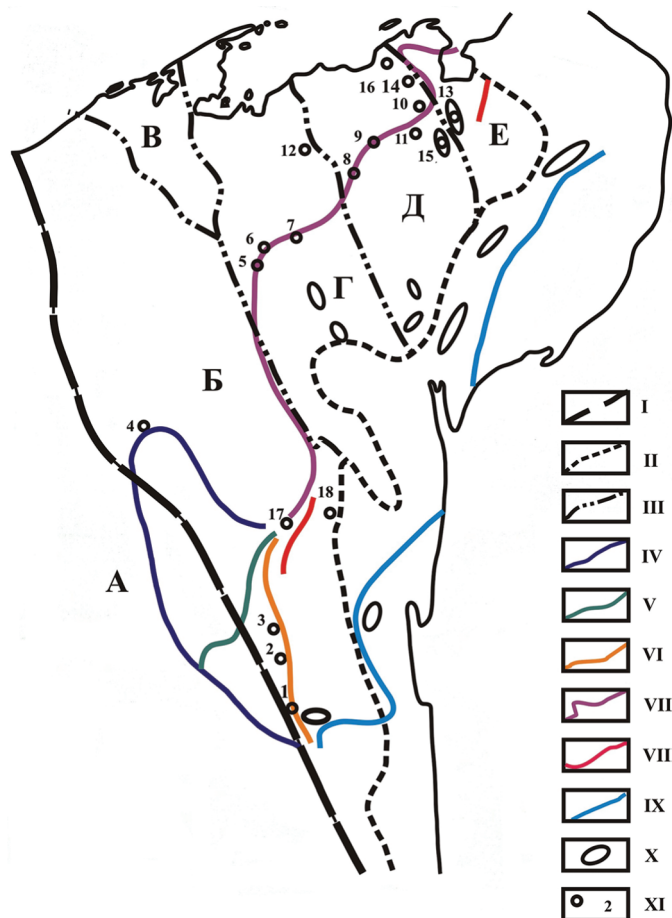


Рис. 2. Принципиальная схема распространности рифовых сооружений позднего девона: А — Тиманский кряж, Б — Ижма-Печорская впадина, В — Малоземельская моноклираль, Г — Печоро-Колвинский авлакоген, Д — Хорейверская впадина, Е — Варандей-Адзвинская структурная зона; залежи: 1 — Нибельская, 2 — Джерская, 3 — Тэбукская, 4 — Низевая, 5 — Южно-Шапкинская, 6 — Пашшорская, 7 — Командиршорская, 8 — Дюсушевская, 9 — Западно-Ошкотынская, 10 — Верхне-Колвинская, 11 — Центрально-Хорейверская, 12 — Ярейюская, 13 — Седьягинская, 14 — Оленья, 15 — Северо-Хоседаюская, 16 — Варкнавтская, 17 — Северо-Аресская, 18 — Исаковская. Границы: I — Тиманского кряжа; II — Предуральского и Предновоземельского прогибов; III — крупных тектонических элементов Печорской плиты; IV—VI — зоны франских рифовых сооружений; IV — доманикового; V — сирачойского; VI — ухтинского; VII — зоны сближенных рифовых систем; VIII — раннефамениские рифовые системы; IX — позднефамениские рифовые системы; X — изолированные банки; XI — залежи

теневые биогермные структуры. Наиболее интенсивная доломитизация затрагивает, в основном, прифронтальные части краевых рифовых зон и внешние области изолированных банок. По мере удаления от этих областей процессы доломитизации быстро затухают. Породы пористые, кавернозные, а инкрустация пустот создает узорчатую текстуру.

Главную роль в каркасообразовании играют ветвистые и пластинчатые строматопоры, в том числе, многочисленные амфипоры. В меньшей степени распространены табуляты, ругозы, ещё меньше — мшанки и рецептакулиты. Вместе с ними встречены багряные (*Solenopora*, *Parachaetetes*), зеленые трубчатые (*Camaena*, *Issinella*, *Palaeobersella*) и харовые (*Umbella*) водоросли, разнообразные кальцибионты — *Renalcis*, *Izhella*, *Ikella*, *Rothpletzella*, *Girvanella*, *Shuguria*, *Chabacovia*, *Sphaerocodium*, *Bevocastria*, *Coactilum*, *Epiphyton*, гидроидные (*Fistulella*) и цианобактериальные образования. Распространенными являются и пассивные рифостроители — криноидеи, брахиоподы, остракоды, фораминиферы, пеллециподы, гастроподы [2, 4, 12].

В течение франского века отмечаются три цикла рифообразования, отвечающих трём значимым частным трансгрессиям (рис. 3). Первый, доманиковский, отвечает зоне *Palmatolepis hassi*, *Palmatolepis jamiae*. Рифы этого цикла выделены, в частности, на Низевой, Усть-Цилемской, Пашшорской, Среднехарьгинской и других площадях. Рифы второго, сирачойского, цикла отвечают зоне *Lower rhenana* и *Middle rhenana*. Третий, ухтинский, цикл соответствует зоне *Upper rhenana*, включая *linguiformis* (*Uppermost rhenana*). Сооружения разных циклов разделены в разрезе поверхностями перерывов или плохо выдержанными глинистыми и карбонатно-глинистыми толщами, отвечающими ветласянской (зона *Lower rhenana*) и раннеухтинской (*Middle rhenana*) регрессиям. Кроме того, в пределах сооружений одного цикла выделяются несколько рифовых тел, также разделённых поверхностями перерывов или невыдержанными карбонатно-глинистыми прослоями.

Постройки, сформированные в течение одной фазы развития бассейна седиментации — период между двумя частными регрессиями, имеют одну общую черту: определенную зональность в распространении рифообразующей биоты разного состава. С некоторой долей условности рифовые тела можно подразделить на две части — нижнюю, основными рифостроителями которой являются каркасообразующие организмы с подчиненным значением водорослевых и бактериальных образований, и верхнюю, гребневую водорослевую, часть, где каркасообразующие организмы редки, а основную роль в биогермообразовании играют сообщества цианей и водорослей [5]. Снизу вверх значи-

тельно уменьшается и степень доломитизации известняков.

Возможно, подобная вертикальная зональность объясняется стадийностью экологической эволюции рифовых тел — экологической сукцессии. К настоящему времени не найдено универсальной схемы такой стадийности, что, безусловно, объясняется огромным разнообразием рифовых систем, отражающим их возраст, палеотектоническое и палеогеографическое положение. Таким образом, основные стадии сукцессии выделены и обоснованы для крупных циклов рифообразования, развитие которых занимает значительные отрезки геологического времени: различные авторы придерживаются разных — двух-, трех- и четырехстадийных моделей [19]. В любом случае, в основу этих моделей заложены две фазы — расцвета и затухания, в пределах которых можно рассматривать более детальное деление.

Возможно, в исследуемом регионе стадии расцвета — колонизации и разнообразия — отвечает развитие каркасных построек, где главными рифостроителями были строматопоры, амфипоры, табуляты, ругозы, мшанки и рецептакулиты, а стадии затухания — цианобактериальные и водорослевые образования.

Важно отметить, что каркасное рифообразование завершалось раньше накопления разделяющих глинисто-карбонатных толщ, вызванного частными регрессиями, а рифообразование успевало пройти полный цикл развития до регрессии.

В течение раннего фамена продолжалось регрессивное осадконакопление, и над франскими изолированными банками и краевыми рифогенными зонами со смещением к востоку и юго-востоку продолжали формироваться фаменские рифовые тела, но меньших мощностей, более слабой морфологической выраженности, меньшей распространенности. Наиболее ярко проявляются изменения в составе рифостроителей: в разрезах отсутствуют характерные для франа строматопоры, табуляты, ругозы, т. е. основные каркасообразующие организмы, а рифовые тела сменяются иловыми холмами. Как исключение В.Вл. Меннером [13] в пределах Сандивейской и Баганской банок в низах нижнефаменской толщи описаны водорослево-строматопоровые желваковые известняки и метасоматические доломиты. Среди отложений нижнего фамена встречаются узорчатые, онколитовые, оолитовые, комковатые, желваковые, органо-генно-обломочные, сгустковые и сферово-сгустковые известняки, местами превращенные в рухляки — мелоподобные, очень пористые, легко рассыпающиеся карбонатные породы. Широко развиты цианобактериальные образования — комки, клубочки, желваки, корочки, обвивающие скелетные остатки, являясь организмами-цементаторами, а биогермостроителями являются зелёные (*Issinella*)

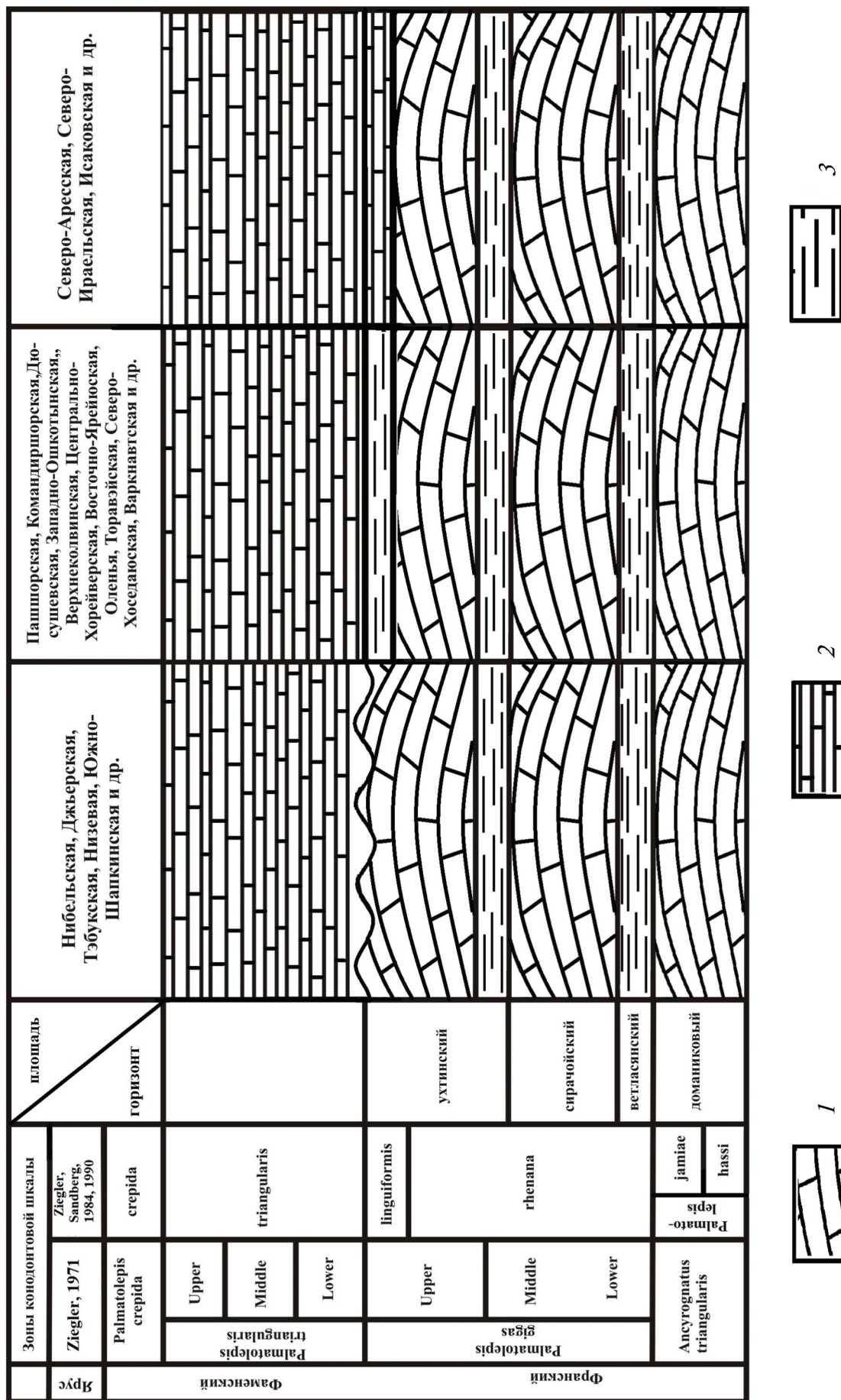


Рис. 3. Строение франско-нижефамских отложений отдельных районов: 1 — каркасные рифы; 2 — нерифовые известняки; 3 — глинистые толщи

и багряные водоросли, цианеи (Coastal, Renalcis, Girvanella). Детрит иглокожих, гастропод, брахиопод, остракод, строматопор имеет резко подчиненное значение [3], причем, особо следует подчеркнуть, наличие строматопор именно в обломочной части известняков.

Такая резкая смена породообразующей биоты однозначно связывается с событием биотического кризиса — массового вымирания — на границе франа и фамена (gigas — triangularis). Событие названо Келльвассерским (Kellwasser event) и зафиксировано двумя пластами черных битуминозных известняков, которые характеризуются резкими положительными аномалиями ^{13}C и соответствуют подъёму уровня Мирового океана, после которого отмечается резкое его падение [22]. Келльвассерские битуминозные известняки описаны в Германии, Австрии и Франции, в Северной Африке, Канаде и других районах, и согласно привязке к конодонтовой шкале, имеют в разных регионах несколько разное стратиграфическое положение. Так, в районе Рейнских Сланцевых гор нижний горизонт находится в основании зоны *U. rhenana*, верхний — в терминальной части зоны *linguiformis* (Uppermost gigas); в Южном Китае — нижний горизонт соответствует началу второй половины зоны *linguiformis*, верхний — непосредственно границ *linguiformis* — *triangularis* [20]. По-видимому, биотическое событие было неодновременным, многоступенчатым в течение времени, соответствующего зонам *U. rhenana* — *linguiformis* [8].

А.С. Алексеев относит это событие к «малым массовым вымираниям» и оценивает уровень вымирания семейств морских животных 13,2 % [1], при этом отмечается почти полное исчезновение в фаменском веке рифов, сложенных скелетами каркасообразующих организмов.

В пределах Печорской синеклизы в период времени, соответствующий зонам *U. rhenana* — *linguiformis* формировалась ухтинская свита.

В большинстве разрезов краевых зон, изолированных банок и одиночных рифов, на рифовых телах ухтинской фазы с размывом залегают карбонатные отложения задонского яруса нижнего фамена, в составе которых отмечены иловые холмы. В пределах Печоро-Колвинского авлакогена (Пашшорская, Командиршорская, Харьягинская и другие площади) и Хорейверской впадины (Дюсушевская, Западно-Ошкотынская, Верхнеколвинская, Южно-Сурхаратинская, Центрально-Хорейверская, Восточно-Ярейюская, Садаягинская, Оленья, Торавэйская, Варкнавтская площади) рифовые тела отделены от вышележащих фаменских карбонатных отложений глинистой и карбонатно-глинистой толщей верхов ухтинского горизонта [15, 17, 21], весьма выдержанной по площади и служащей репером при корреляции разрезов («ухтинский репер»). И, наконец, в южной и юго-восточной части

синеклизы (Северо-Аресская, Северо-Ираельская площади краевой рифогенной зоны; Исаковская изолированная банка) в верхах ухтинского горизонта описываются светло-серые известняки, не имеющие жесткого каркаса, — оолитовые, оолитово-комковатые, сферово-сгустковые, участками с водорослевыми узорчатыми текстурами с недеформированными циано-бактериальными корками, раковинным детритом, т. е. не рифовые карбонатные отложения [6, 15].

Таким образом, к началу позднеухтинского времени рифы прекратили свое существование, и до конца франа формировались толщи иного состава, в том числе, известняки, содержащие раковинный детрит.

Перерывы и глинистые толщи, разделяющие как сооружения разных циклов, так и рифовые тела в пределах одного цикла, свидетельствующие о регрессиях, вполне закономерно прекращали рифообразование. Важно другое: в течение позднеухтинского времени на фоне общей регрессии существовали области с мелководной карбонатной седиментацией. Таким образом, карбонатонакопление продолжалось, палеогеографические, в том числе, палеогеоморфологические и палеоклиматические, условия в течение позднего девона оставались неизменно благоприятными для рифообразования, однако рифы не формировались.

Можно предположить, что прекращение рифообразования отдельных циклов имеет разную природу. Завершение доманиковского и сирачойского циклов обусловлены регрессиями и перекрытием отложений глинистыми пачками ветласянской и нижнеухтинской свит. Что касается последнего, ухтинского, этапа, то там, где нет размывов, и продолжалось мелководное, в том числе, биогенное, карбонатонакопление, рифы, как особые геологические тела, не формировались.

Итак, биотический кризис на рубеже франского и фаменского веков прямого влияния на позднедевонское рифообразование не оказал: рифы прекратили свое существование раньше. Скорее всего, массовое вымирание произошло позднее и в полной мере проявило себя в фаменском веке, отразившись в резком изменении состава, численности и разнообразия, уровня организации рифостроителей. Кроме того, рифообразование оказалось и менее значительным. Рифообразование восстановилось, но совсем с другим составом рифостроителей: цианобактерии, кальцибионты и различные водоросли. Как отмечалось, присутствовали строматопоры, но не в качестве рифостроителей, а в составе органогенного детрита, каркасообразующего значения они не имели.

Временное расхождение между событием массового вымирания и завершением развития рифовых систем отмечается и в других регионах мира: франское рифообразование в Западной Канаде и

Германии (Гарц) прекратилось на уровне зоны *Ap. triangularis*, в бассейне Кэннинг (Западная Австралия) началось в живете и продолжалось до времени возникновения зоны *L. gigas* включительно, после чего были, видимо, с перерывом, перекрыты не

рифовыми известняками верхов франа. В Южном Китае (провинция Гуйлин) [26] задолго до конца франа прекратилось каркасное рифообразование, после чего до конца франа и в фамене на смену каркасным рифам пришли иловые холмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А.С. Глобальные биотические кризисы и массовые вымирания в фанерозойской истории Земли // Биотические события на основных рубежах фанерозоя. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 22—47.
2. Антошкина А.И. Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 304 с.
3. Баранова А.В., Михайлова М.В. Литология и генезис верхнедевонских карбонатных отложений Центрально-Хорейверской и Дюсушевской зон Тимано-Печорской провинции // Рифогенные зоны и их нефтегазоносность. М.: ИГиРГИ, 1991. С. 73—85.
4. Беляева Н.В. Рифовые резервуары Печорского нефтегазового бассейна // Фанерозойские рифы и кораллы СССР. М.: Наука, 1986. С. 197—202.
5. Беляева Н.В., Корзун А.Л., Петрова Л.В. Модель седиментации франко-турнейских отложений на северо-востоке Европейской платформы (в связи с формированием рифовых резервуаров). СПб.: Наука, 1998. 154 с.
6. Булахова И.Г. Строение и нефтегазоносность Аресско-Чикшинской верхнедевонской рифогенной зоны (Тимано-Печорская провинция) // Рифогенные зоны и их нефтегазоносность. М.: ИГиРГИ, 1991. С. 109—121.
7. Варсановьева В.А. Геологическое строение территории Печорско-Ыльчского государственного заповедника. Труды Печорско-Ыльчского государственного заповедника. Вып. 1. М., 1940. 302 с.
8. Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Копаевич Л.Ф., Алексеев А.С., Назаров М.А. Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфическом исследовании (методические рекомендации). М.: Изд-во МГУ, 1998. 190 с.
9. Геологический словарь / Отв. ред. К.Н. Паффенгольц. В 2-х томах. М.: Недра, 1978. Т. 2. 457 с.
10. Кузнецов В.Г. Некоторые черты эволюции рифообразования в истории Земли // Эволюция осадочного процесса в океанах и на континентах. М.: Наука, 1983. С. 162—173.
11. Кузнецов В.Г. Эволюция и цикличность палеозойского рифообразования в пределах России и смежных государств // Литология и полезные ископаемые. 1996. № 2. С. 115—126.
12. Кузнецов В.Г. Эволюция карбонатонакопления в истории Земли. М.: ГЕОС, 2003. 262 с.
13. Меннер В.В. Литологические критерии нефтегазоносности палеозойских толщ северо-востока Русской платформы. М.: Наука, 1989. 133 с.
14. Меннер В.В., Михайлова М.В., Баранова А.В., Шувалова Г.А., Гобанов Л.А., Бушуева М.А. Верхнедевонские карбонатные банки на севере Предуральяского краевого прогиба // Рифогенные зоны и их нефтегазоносность. М.: ИГиРГИ, 1991-а. С. 122—136.
15. Меннер В.В., Саяпина Л.С., Баранова А.В., Шувалова Г.А. Региональные особенности размещения рифогенных образований и новая модель литофациальной зональности во франских и нижнефаменских толщах Хорейверской впадины // Рифогенные зоны и их нефтегазоносность. М.: ИГиРГИ, 1991-б. С. 56—72.
16. Общая геологическая карта СССР (Северный Урал) (текст) / Т.А. Добролюбова, Е.Д. Сошкина. Л.-М.: ОНТИ. Глав. ред. геол.-разв. и геодезич. лит.-ры, 1935. 188 с.
17. Овнатанова Н.С., Кузьмин А.В., Мельникова Л.И., Евгенова О.Д. Значение конодонтов для датировки рифогенных толщ верхнего девона // Рифогенные зоны и их нефтегазоносность. М.: ИГиРГИ, 1991. С. 86—97.
18. Равикович А.И., Журавлева И.Т. Эволюция органогенных построек в истории Земли // Древние Cnidaria. Труды ИГиГ СО АН СССР. Вып. 202. Новосибирск: Наука, 1975. Т. 2. С. 11—19.
19. Рифогенные постройки в палеозое России / Отв. ред. Б.С. Соколов, А.Б. Ивановский. М.: Наука, 1997. 159 с.
20. Тельнова О.П. Абиотические и биотические события на рубеже франского и фаменского веков // Вестник ИГи Коми НЦ УрО РАН. 2008. № 6. С. 2—6.
21. Чочия И.С., Булахова И.Г. Франские рифогенные образования Командиршорского района Тимано-Печорской провинции и их нефтегазоносность // Рифогенные зоны и их нефтегазоносность. М.: ИГиРГИ, 1991-б. С. 98—107.
22. Joachimski M.M., Buggisch W. Anoxic events in the late Frasnian— Causes of the Frasnian— Famennian faunal crisis? // Geology. 1993. V. 21. P. 675—678.
23. McLaren D.J. Detection and significance of mass killing // Devonian of the World. V. III. Canadian Society of Petroleum Geologists. Mem 14. Calgary. Canada, 1988. P. 1—7.
24. Sepkoski J.J.Jr, Raup D.M. Periodicity in marine extinction events // Dynamics of extinction. New York: Wiley, 1986. P. 3—36.
25. Sepkoski J.J.Jr. Patterns of Phanerozoic extinction: A perspective from global data bases // In: Walliser O.H. (ed.): Global events and event stratigraphy in the Phanerozoic: result of International Interdisciplinary cooperation in the IGCP project 216 "Global biological events in Earth history Berlin: Springer-Verlag, 1995. P. 35—52.
26. Shen J., Webb G.E., Ging H. Microbial mounds prior to the Frasnian-Famennian mass extinctions, Hantang, Guilin, South China // Sedimentology. 2010. V. 57. P. 1615—1639.
27. Ziegler W. Conodont stratigraphy of European Devonian // Geol. Soc. Am. Mem. 1971. N.127. P. 227—284.
28. Ziegler W., Sandberg C.A. Palmatolepis-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation // Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 1984. N. 196. P. 179—194.
29. Ziegler W., Sandberg C.A. The Late Devonian standard conodont zonation // Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 1990. N. 121. 115 p.